

MULTILAYERED FILM LOW-PASS FILTER AND OPTICAL PART USING SAME

Publication number: JP2000147248

Publication date: 2000-05-26

Inventor: SUZUKI MASATAKA

Applicant: CANON KK

Classification:

- international: **B32B9/00; G02B5/28; G02B27/46; B32B9/00; G02B5/28; G02B27/46; (IPC1-7): G02B5/28; B32B9/00; G02B27/46**

- european:

Application number: JP19980342387 19981116

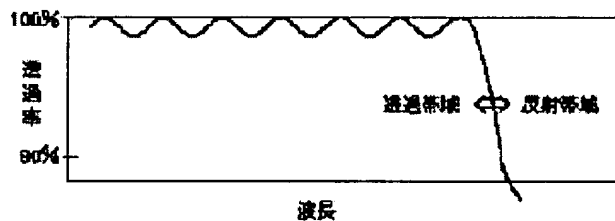
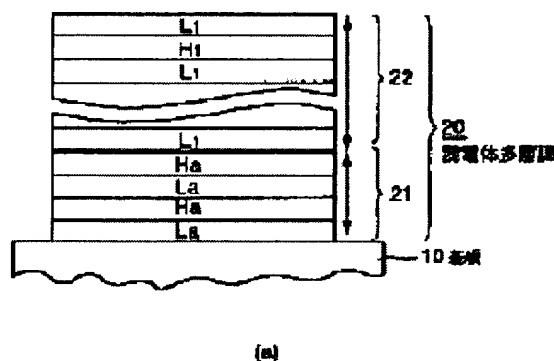
Priority number(s): JP19980342387 19981116

Report a data error here

Abstract of JP2000147248

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a low-pass filter having excellent spectral transmittance characteristics without ripples.

SOLUTION: An adjusting layer 21 consisting of a specified number of high refractive index films Ha and low refractive index films La is formed on a substrate 10, on which a fixing layer 22 consisting of high refractive index films H1 and low refractive index films L1 is formed to constitute a dielectric multilayered film 20 having required optical characteristics as a low-pass filter as a whole. The difference in the refractive indices between the high refractive index films Ha and of low refractive index films La in the adjusting layer 21 is smaller than the difference in the refractive indices between the high refractive index films H1 and low refractive index films L1 in the fixing layer 22. Thus, by disturbing the periodicity in the whole film structure, ripples in the spectral transmittance characteristics can be removed.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-147248

(P2000-147248A)

(43) 公開日 平成12年5月26日 (2000.5.26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
G 0 2 B 5/28		G 0 2 B 5/28	2 H 0 4 8
B 3 2 B 9/00		B 3 2 B 9/00	A 4 F 1 0 0
G 0 2 B 27/46		G 0 2 B 27/46	

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-342387

(22) 出願日 平成10年11月16日 (1998.11.16)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 鈴木 雅隆

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(74) 代理人 100095991

弁理士 阪本 善朗

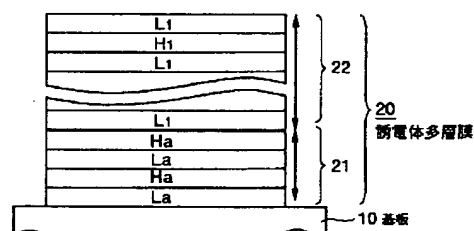
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多層膜ローパスフィルタおよびこれを用いた光学部品

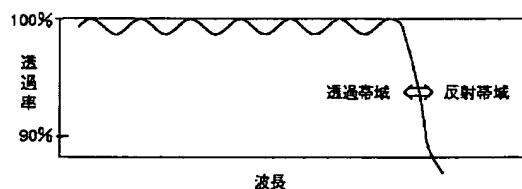
(57) 【要約】

【課題】 リップルのないすぐれた透過率分光特性を有するローパスフィルタを実現する。

【解決手段】 基板10に所定層数の高屈折率膜H aと低屈折率膜L aからなる調整層21を積層し、その上に高屈折率膜H₁と低屈折率膜L₁からなる固定層22を設けて、全体でローパスフィルタとして必要な光学特性を有する誘電体多層膜20を構成する。調整層21の高屈折率膜H aと低屈折率膜L aの屈折率差は、固定層22の高屈折率膜H₁と低屈折率膜L₁の屈折率差より小さくて、全体の膜構成の周期性を乱すことで、透過率分光特性のリップルを除去することができる。



(a)



(b)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に高屈折率膜と低屈折率膜を交互に積層した誘電体多層膜を有し、該誘電体多層膜の前記基板側の下部層を構成する前記高屈折率膜と前記低屈折率膜の屈折率差が、残りの上部層を構成する前記高屈折率膜と前記低屈折率膜の屈折率差より小さいことを特徴とする多層膜ローパスフィルタ。

【請求項2】 誘電体多層膜の下部層の高屈折率膜と低屈折率膜が、多層膜ローパスフィルタの透過帯域と反射帯域の境界部分近傍の前記反射帯域の波長の $1/4$ または $1/8$ を基準値として最適化された光学的膜厚を有することを特徴とする請求項1記載の多層膜ローパスフィルタ。

【請求項3】 屈折率略 $1.4 \sim 2.4$ の基板に対して下部層の高屈折率膜と低屈折率膜の光学的膜厚を最適化することで、透過損失うねりを除去したことを特徴とする請求項2記載の多層膜ローパスフィルタ。

【請求項4】 下部層が、合計で4層ないし7層の高屈折率膜と低屈折率膜を有することを特徴とする請求項1ないし3いずれか1項記載の多層膜ローパスフィルタ。

【請求項5】 高屈折率膜として ZrO_2 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 HfO_2 、 CeO_2 のいずれかまたはこれらの混合物からなる高屈折率誘電体膜、低屈折率膜として Al_2O_3 、 GeO_2 、 Y_2O_3 のいずれかまたはこれらの混合物からなる中屈折率誘電体膜、または SiO_2 、 MgF_2 、 AlF_3 のいずれかまたはこれらの混合物からなる低屈折率誘電体膜を用いることを特徴とする請求項1ないし4いずれか1項記載の多層膜ローパスフィルタ。

【請求項6】 請求項1ないし4いずれか1項記載の多層膜ローパスフィルタを有することを特徴とする光学部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、カメラ、複写機、プリンタ、各種計測器等の光学機器や光通信分野の経路および装置等に用いられる多層膜ローパスフィルタに関するものである。

【0002】

【従来の技術】光通信分野や各種光学機器に用いられる光学系では、所定の波長の光を透過させたり、または反射させたりする目的で光学フィルタが随所で使われている。なかでもローパスフィルタは、熱源となってしまう赤外域の光や、光源からの2次光といった特定波長帯域の光をカットする目的で使われている。

【0003】図9の(a)は、一従来例によるローパスフィルタの膜構成を示すものである。一般的にこのような光フィルタは、基板110上に、屈折率の異なる誘電体膜H、Lを交互に積層した誘電体多層膜120によって構成されている。具体的には、それぞれ高屈折率と低

屈折率の誘電体材料からなる高屈折率膜Hと低屈折率膜Lを、反射帯域の設計中心波長 λ の $1/4$ の光学的膜厚 nd (屈折率 $n \times$ 膜厚 d)で交互に積層して形成される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記従来の技術によれば、屈折率差の大きい誘電体からなる高屈折率膜と低屈折率膜を交互に積層して形成する多層膜ローパスフィルタでは、図9の(b)に示すように、光の透過帯域と反射帯域との境界域近傍において透過帯域側で透過率が波長によってばらつく、いわゆる透過損失うねりが発生してしまう。これは、通称リップルと呼ばれるもので、ローパスフィルタの透過率分光特性の向上や安定性を確保するうえでの大きな障害となっている。

【0005】本発明は上記従来の技術の有する未解決の課題に鑑みてなされたものであり、透過帯域における透過損失うねりを除去して、透過帯域の全域にわたって安定した透過率を確保することのできる高性能な多層膜ローパスフィルタおよびこれを用いた光学部品を提供することを目的とするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために本発明の多層膜ローパスフィルタは、基板上に高屈折率膜と低屈折率膜を交互に積層した誘電体多層膜を有し、該誘電体多層膜の前記基板側の下部層を構成する前記高屈折率膜と前記低屈折率膜の屈折率差が、残りの上部層を構成する前記高屈折率膜と前記低屈折率膜の屈折率差より小さいことを特徴とする。

【0007】誘電体多層膜の下部層の高屈折率膜と低屈折率膜が、多層膜ローパスフィルタの透過帯域と反射帯域の境界部分近傍の前記反射帯域の波長の $1/4$ または $1/8$ を基準値として最適化された光学的膜厚を有するといふ。

【0008】下部層が、合計で4層ないし7層の高屈折率膜と低屈折率膜を有するといふ。

【0009】

【作用】誘電体多層膜を構成する高屈折率膜と低屈折率膜のうちで、基板側の下部層を構成する高屈折率膜と低屈折率膜の屈折率差が、上部層を構成する高屈折率膜と低屈折率膜の屈折率差より小さくなるように、各膜の材料となる誘電体を選定する。

【0010】全体の膜構造の周期性を乱すことで、該周期性に起因する透過損失うねりを除去することができる。

【0011】ローパスフィルタの透過帯域と反射帯域の境界領域において透過率がばらつくことなく、透過率分光特性の向上と安定化に大きく貢献できる。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0013】図1は一実施の形態による多層膜ローパスフィルタの膜構成を示すもので、基板10上に積層された誘電体多層膜20を有する。誘電体多層膜20は、屈折率差の小さい高屈折率膜H_aと低屈折率膜L_aを交互に積層した下部層である調整層21と、屈折率差が大であり、ローパスフィルタとして所定の光学特性を達成するための主要部を構成する高屈折率膜H₁と低屈折率膜L₁が交互に積層された残りの上部層である固定層22から構成される。換言すれば、固定層22の高屈折率膜H₁と低屈折率膜L₁の屈折率差より、調整層21の高屈折率膜H_aと低屈折率膜L_aの屈折率差が小さくなるように、各膜の材料である誘電体が選定されている。

【0014】このように、基板10側の調整層21は、固定層22を構成する高屈折率膜H₁と低屈折率膜L₁に比べて屈折率差の小さい高屈折率膜H_aと低屈折率膜L_aを交互に積層したものである。すなわち、同じ高屈折率誘電体膜であっても、屈折率が固定層22の高屈折率膜H₁より低いものを高屈折率膜H₂とし、中屈折率誘電体膜を中屈折率膜Mとし、同じ低屈折率誘電体膜であっても、屈折率が固定層22の低屈折率膜L₁より高いものを低屈折率膜L₂としたときに、調整層21の高屈折率膜H_a/低屈折率膜L_aを例えば以下の組み合わせに設定する。

【0015】

H₁/M, H₂/M, H₂/L₂, H₂/L₁
高屈折率膜H₁, H₂を得るための高屈折率誘電体膜としては、酸化ジルコニウム(ZrO₂)、酸化チタン(TiO₂)、酸化タンタル(Ta₂O₅)、酸化ニオブ(Nb₂O₅)、酸化ハフニウム(HfO₂)、酸化セリウム(CeO₂)等のいずれかまたはこれらの混合物が挙げられる。中屈折率膜Mを得るための中屈折率誘電体膜としては、酸化アルミニウム(Al₂O₃)、酸化ゲルマニウム(GeO₂)、酸化イットリウム(Y₂O₃)等のいずれかまたはこれらの混合物が挙げられる。また、低屈折率膜L₁, L₂を得るための低屈折率誘電体膜としては、酸化シリコン(SiO₂)、フッ化マグネシウム(MgF₂)、フッ化アルミニウム(AlF₃)等のいずれかまたはこれらの混合物が挙げられる。

【0016】誘電体多層膜20を積層する基板10は、低屈折率基板としては、例えば石英基板、BK7基板、中屈折率基板としては、例えばSK材、SF材等の基板、高屈折率基板としては、LaSF材、結晶のLiNbO₃等の基板で、屈折率が略1.4~2.4の基板が適用できる。

【0017】このように屈折率の異なる基板に対して、反射帯域として必要な範囲の反射率を満たす膜厚、層数を有する固定層22を除く調整層21の膜厚を、基板等に合わせて微調整あるいは最適化することによって、図1の(b)に示すようにリップルの無い透過率分光特性

を有する高性能な多層膜ローパスフィルタを設計できる。その際の基準値となる光学的膜厚は、透過帯域と反射帯域との境界部分近傍(長波長側)の反射帯域、換言すれば、反射帯域の短波長域波長の1/4または1/8とする。

【0018】具体的には、例えば、反射帯域が800nmから1000nmである場合は、その短波長側800~900nmの1/4に当たる200~225nmと、1/8に当たる100~113nmを基準の光学的膜厚として、要求特性を満足するよう最適化計算をして、調整層21の各層の膜厚を設定する。

【0019】本実施の形態によれば、ローパスフィルタを構成する誘電体多層膜全体の膜構造の周期性を屈折率差の小さい調整層によって乱すことで、前記周期性に起因するリップルを除去し、透過率分光特性を大幅に向上、安定化させることができる。

【0020】次に実施例を説明する。

【0021】(第1実施例)図2は第1実施例の膜構成を示す。これは合計37層構成で、各層の光学的膜厚n_dは図示の通りであり、高屈折率膜H₁, H_aの材料として酸化チタン(TiO₂)、低屈折率膜L_aを構成する中屈折率膜Mの材料として酸化アルミニウム(Al₂O₃)、低屈折率膜L₁の材料として酸化シリコン(SiO₂)を用い、高屈折率膜H_aと中屈折率膜Mで構成される屈折率差の小さい調整層の層数を4層とした構成である。基板は、高屈折率基板LiNbO₃を用いた。

【0022】図3は、本実施例の膜構成での透過率分光特性Aを、図9に示した従来例の高屈折率膜と低屈折率膜の固定層のみの膜構成からなる多層膜ローパスフィルタの透過率分光特性Bと比較したグラフである。透過率分光特性AとBは、それぞれの構成において、同一の計算方法で、最も透過率精度を高めることのできる条件に最適化されるように計算されたシミュレーショングラフである。透過率分光特性Bには透過率92%程度まで減少するリップルが見られるが、透過率分光特性Aにはそういったリップルは見られず、透過率として98%程度が得られていることが判る。

【0023】(第2実施例)図4は第2実施例の膜構成を示す。この場合も合計37層構成で、各層の光学的膜厚n_dは図示の通りであり、高屈折率膜H₁, H_aの材料として酸化チタン(TiO₂)、低屈折率膜L_aを構成する中屈折率膜Mの材料として酸化アルミニウム(Al₂O₃)、低屈折率膜L₁の材料として酸化シリコン(SiO₂)を用い、高屈折率膜H_aと中屈折率膜Mで構成される屈折率差の小さい調整層の層数を6層とした構成である。

【0024】図5に本実施例の膜構成での透過率分光特性Cと、第1実施例の透過率分光特性Aを示す。透過率分光特性AとCは、それぞれの構成において、同一の計算方法で、最も透過率精度を高めることのできる条件に

最適化されるように計算されたシミュレーショングラフである。透過率分光特性CもAと同様にリップルは見られず、透過率として98%程度が得られていることが判る。

【0025】(第3実施例)図6は第3実施例の膜構成を示す。この場合も合計37層構成で、各層の光学的膜厚 nd は図示の通りであり、高屈折率膜 H_1 の材料として酸化チタン(TiO_2)、屈折率の低い高屈折率膜 H_2 の材料として酸化ジルコニウム(ZrO_2)、低屈折率膜 L_1 の材料として酸化シリコン(SiO_2)を用い、高屈折率膜 H_2 と低屈折率膜 L_1 で構成される屈折率差の小さい調整層の層数を5層とした構成である。図7は本実施例の透過率分光特性Dを示す。透過率分光特性Dは、他の実施例の分光特性と同一の計算方法で、最

も透過率精度を高めることのできる条件に最適化されるように計算されたシミュレーショングラフである。透過率分光特性DもAと同様にリップルは見られず、透過率として97%程度が得られていることが判る。

【0026】(第4実施例)第1実施例をもとに、屈折率略1.4~2.4の基板のなかで基板の種類を変えたときの調整層の各層の最適膜厚値を表1に示し、基板が $LaSF_3O_3$ であるサンプルの設計シミュレーショングラフを図8に示した。残りの基板についても図8と同様のシミュレーショングラフが得られることが判明している。

【0027】

【表1】

基板	BK7	BALF3	SK14	SF10	$LaSF_3O_3$	$LiNbO_3$
$\lambda = 550\text{ nm}$ の屈折率	1.516	1.571	1.603	1.730	1.806	2.30
1層目 (Al_2O_3)	117.4	119.4	120.6	241.1	231.1	227.3
2層目 (TiO_2)	224.7	228.1	229.2	228.1	228.8	237.8
3層目 (Al_2O_3)	244.7	245.1	244.8	246.1	245	227
4層目 (TiO_2)	223.9	223.7	224.1	220.1	217.6	215.1
5層目以後は 固定膜厚						

【0028】

【発明の効果】本発明は上述のとおり構成されているので、以下に記載するような効果を奏する。

【0029】多層膜ローパスフィルタの透過帯域における透過損失うねりを除去して、透過率分光特性を大幅に改善できる。

【0030】このような多層膜ローパスフィルタを各種光学部品の表面等に設けることで、光学機器の光学性能を大幅に向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施の形態による多層膜ローパスフィルタを示すもので、(a)はその膜構成を示す模式断面図、(b)は(a)の透過率分光特性を示す図である。

【図2】第1実施例の膜構成を示す図である。

【図3】第1実施例の透過率分光特性のシミュレーシ

ングラフである。

【図4】第2実施例の膜構成を示す図である。

【図5】第2実施例の透過率分光特性のシミュレーショングラフである。

【図6】第3実施例の膜構成を示す図である。

【図7】第3実施例の透過率分光特性のシミュレーショングラフである。

【図8】第4実施例の透過率分光特性のシミュレーショングラフである。

【図9】一従来例による多層膜ローパスフィルタを示すもので、(a)はその膜構成を示す模式断面図、(b)は(a)の透過率分光特性を示す図である。

【符号の説明】

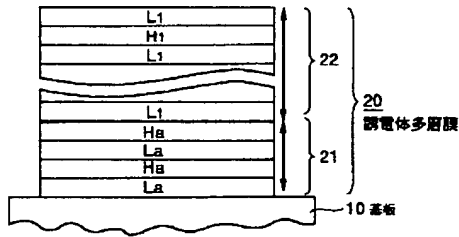
10 基板

20 誘電体多層膜

2.1 調整層

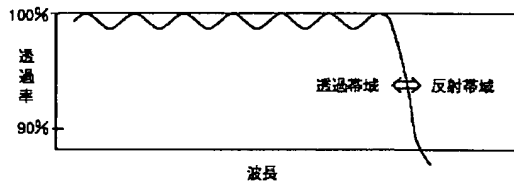
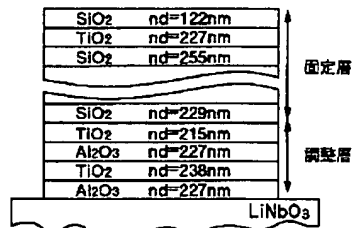
2.2 固定層

【図1】



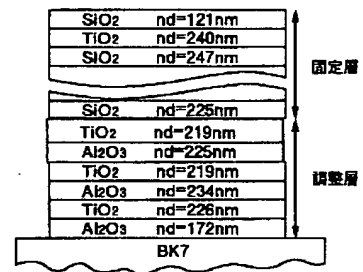
(a)

【図2】

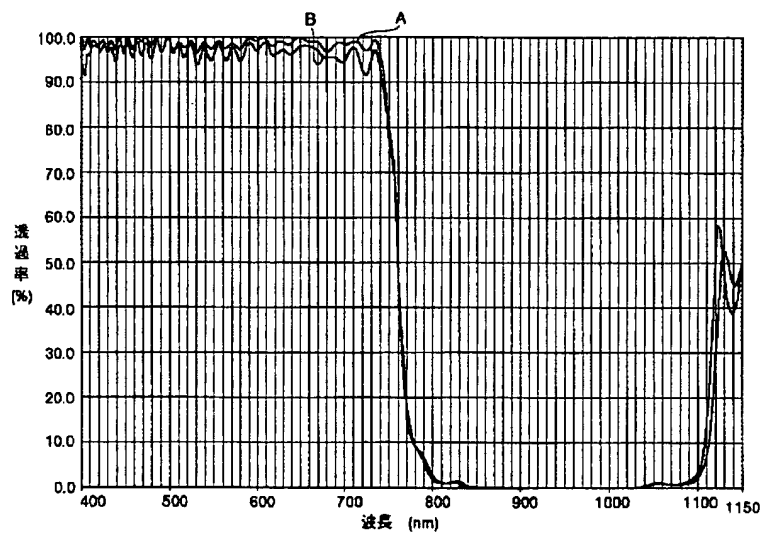


(b)

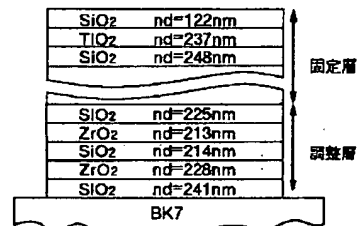
【図4】



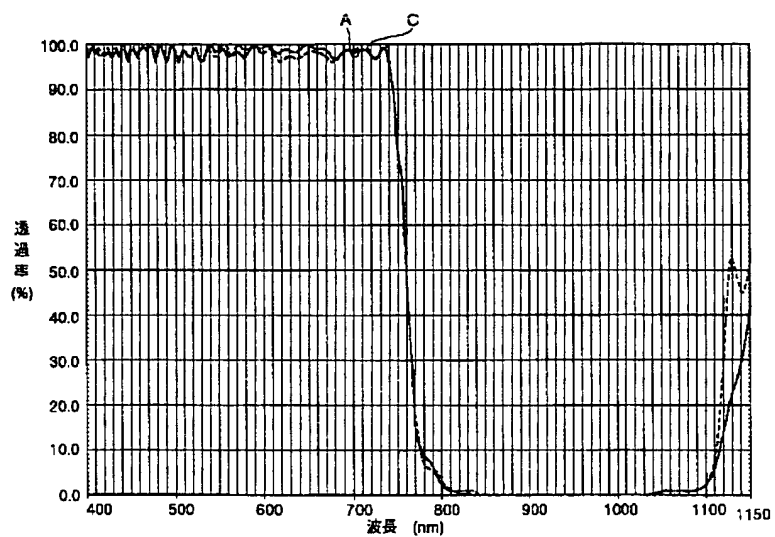
【図3】



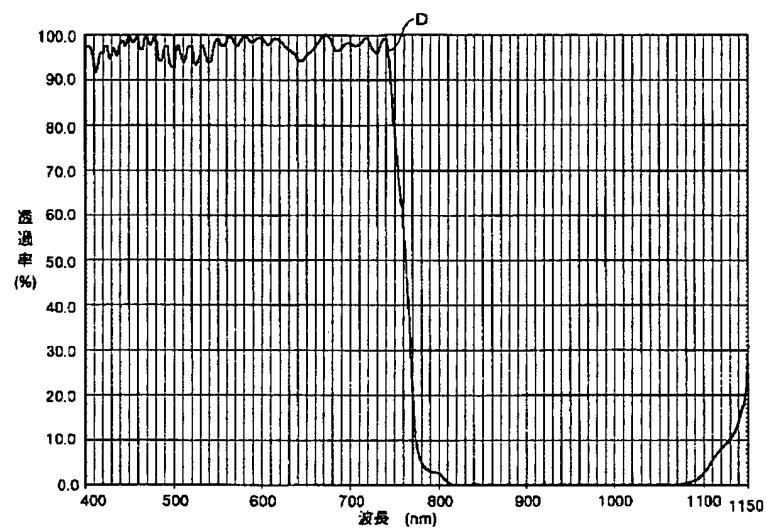
【図6】



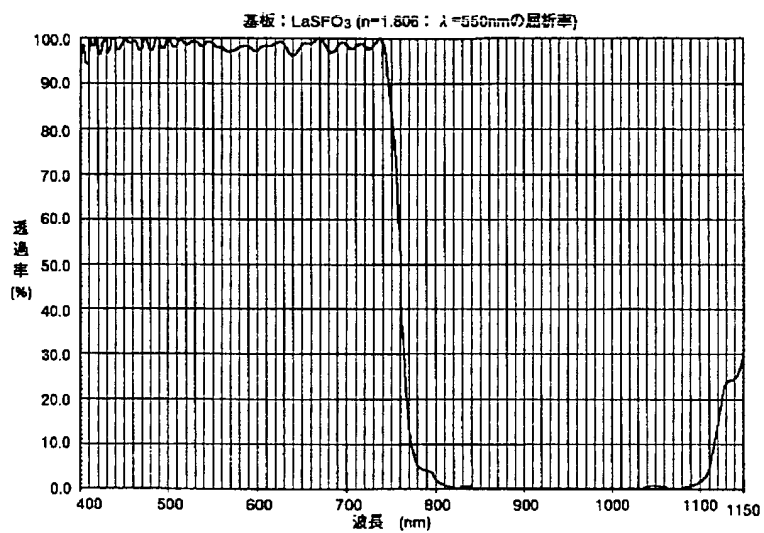
【図5】



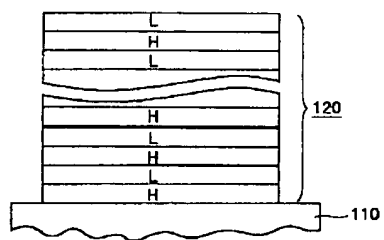
【図7】



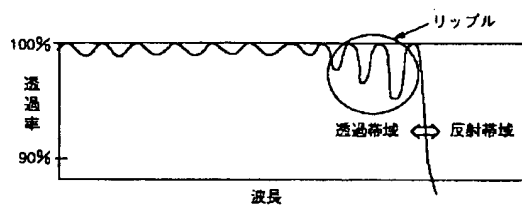
【図8】



【図9】



(a)



(b)

フロントページの続き

Fターム(参考) 2H048 GA04 GA09 GA12 GA46 GA56

GA62

4F100 AA05B AA06B AA17A AA17B

AA19B AA20B AA21A AA26B

AA27A AR00A AR00B AT00C

BA05 BA07 BA08 BA10A

BA10B BA10C BA13 BA26A

BA26B GB90 JA20A JA20B

JG05A JG05B JN18A JN18B

JN18C JN30 YY00A YY00B

YY00C